

บทคัดย่อ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน การลดการปล่อยก๊าซ CO_2 สู่บรรยากาศเป็นสิ่งจำเป็นซึ่งต้องมีการวิจัยพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ ที่สามารถกักเก็บ CO_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ต่ำลง จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอยู่ในก๊าซที่ปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมถลุงเหล็กกล้า พบว่ามีองค์ประกอบของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บ CO_2 งานวิจัยนี้จึงสนใจทำการศึกษาศักยภาพ (Capture) CO_2 โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมาในคอลัมน์บรรจุขนาดต้นแบบ โดยแบ่งการศึกษากออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการชะละลายแคลเซียมออกไซด์จากก๊าซที่ปล่อยออกมาโดยเปรียบเทียบชนิดของสารละลาย 2 ชนิด คือ สารละลายกรดอะซิติกและน้ำปราศจากไอออน จากการศึกษาพบว่าสารละลายที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการชะละลาย CO_2 คือ สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมาด้วยน้ำปราศจากไอออน ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการกำจัด CO_2 เบื้องต้นร้อยละ 75.74 ซึ่งสูงกว่าสารละลายกรดอะซิติกซึ่งให้ประสิทธิภาพในการกำจัด CO_2 เพียงร้อยละ 39.69 เนื่องจากสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมาด้วยน้ำปราศจากไอออน มีค่าพีเอชและค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมแก่การดูดซับ CO_2 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมาด้วยน้ำปราศจากไอออน ที่สภาวะในการชะละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์คือ อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง (L/S) 10:1 (กรัมต่อกรัม) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นสารดูดซับสำหรับการกำจัด CO_2 ในคอลัมน์บรรจุขนาดต้นแบบต่อไป

ตอนที่ 2 ศึกษาการนำสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมาด้วยน้ำปราศจากไอออนไปใช้ในการกำจัด CO_2 จากอากาศเสียจำลองและทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัด CO_2 ในคอลัมน์บรรจุขนาดต้นแบบ โดยตัวแปรที่ทำการศึกษประกอบด้วย อัตราการไหลของของเหลว (0.3-0.9 ลิตรต่อนาที) อัตราการไหลของก๊าซหรืออัตราการไหลของอากาศเสีย (0.25-0.85 ลิตรต่อนาที) และความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้จากการชะละลายก๊าซที่ปล่อยออกมา (200-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร) ออกแบบการทดลองและหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง Response Surface Methodology (RSM) แบบ Central Composite Design (CCD) ด้วยโปรแกรม Design Expert Software เพื่อประเมินผลและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระอันจะนำไปสู่สภาวะการดำเนินการที่เหมาะสม ทำให้ได้แบบจำลองสมการกำลังสอง

(Quadratic Model) ของประสิทธิภาพการกำจัด CO₂ ดังสมการ และได้สถานะที่เหมาะสมในการดำเนินการ คือ ที่อัตราการไหลของของเหลว 0.77 ลิตรต่อนาที อัตราการไหลของก๊าซ 0.25 ลิตรต่อนาที ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้จากการชะละลายจีตะกรัน 725 มิลลิกรัมต่อลิตร และดำเนินการโดยใช้สารละลายแบบไหลผ่านครั้งเดียวเป็นเวลา 15 นาที ซึ่งค่าจากการคำนวณจะให้ประสิทธิภาพในการกำจัด CO₂ สูงสุดร้อยละ 100 และมีผลการทดสอบจากการทดลองจริงร้อยละ 97.81 ให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลจากการทำนายโดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 5 เป็นตัวบ่งบอกถึงความแม่นยำของแบบจำลองสมการทางคณิตศาสตร์

$$y = 72.52 + 54.11x_1 - 164.79x_2 + 0.079x_3 + 0.13x_2x_3 - 8.28 \times 10^{-5}x_3^2$$

เมื่อ y = ประสิทธิภาพการกำจัด CO₂ (ร้อยละ)
 x_1 = อัตราการไหลของของเหลว (ลิตรต่อนาที)
 x_2 = อัตราการไหลของก๊าซหรืออัตราการไหลอากาศเสีย (ลิตรต่อนาที)
 x_3 = ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้จากการชะละลายจีตะกรัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

โดยสรุปแล้วงานวิจัยนี้ยืนยันได้ว่าสามารถนำจีตะกรันซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานถลุงเหล็กมาเป็นสารตั้งต้นในการกำจัด CO₂ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้จริงเพื่อลดการปล่อย CO₂ จากภาคอุตสาหกรรมสู่บรรยากาศได้